

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-3864

(P2001-3864A)

(43) 公開日 平成13年1月9日(2001.1.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 0 4 B 39/00	1 0 6	F 0 4 B 39/00	1 0 6 C 3 H 0 0 3
49/06	3 4 1	49/06	3 4 1 E 3 H 0 4 5
H 0 2 P 7/36	3 0 3	H 0 2 P 7/36	3 0 3 Z 5 H 5 7 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-169650

(22) 出願日 平成11年6月16日(1999.6.16)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 ▲高▼田 茂生

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外2名)

Fターム(参考) 3H003 AA01 AC03 CE03 CF04

3H045 AA02 AA12 AA27 BA04 BA33

CA10 DA08 EA13 EA26

5H575 AA06 BB02 DD05 DD06 DD10

EE01 EE20 FF01 FF02 FF10

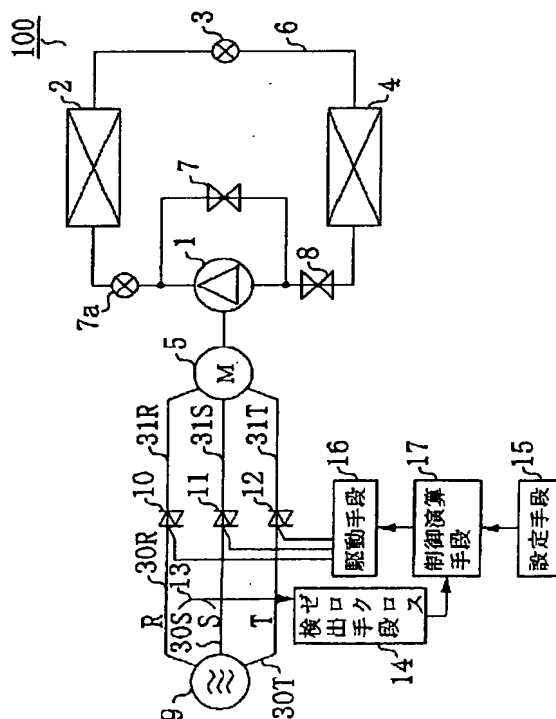
HA14 HB20 LL24 LL50

(54) 【発明の名称】 空気調和装置

(57) 【要約】

【課題】 空気調和装置の圧縮機を駆動するモータの効率改善と、空気調和装置の効率向上のため速度制御の簡易化を図る。

【解決手段】 空気調和装置の圧縮機の駆動のため永久磁石組込誘導電動機を使用し、これにより誘導電動機および同期電動機としての両特性を圧縮機の負荷特性に適合させ、圧縮機の運転を円滑にしている。また、圧縮機の始動トルクの低減により永久磁石組込誘導電動機の回転子の小型化を図っている。さらに、モータ印加電圧の周波数を簡易的に低減することで、必要な空気調和装置の能力にバランスした連続運転状態を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧縮機と凝縮器と絞り装置と蒸発器と冷媒配管で接続した冷凍サイクルを備えた空気調和装置において、前記圧縮機を駆動する始動時に誘導電動機として始動し、同期回転数近くで同期引込みを行い同期運転を行う永久磁石組込誘導電動機を備えたことを特徴とする空気調和装置。

【請求項 2】 圧縮機の吐出側から吸込側に冷媒をバイパスするバイパス手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の空気調和装置。

【請求項 3】 圧縮機の冷媒配管の吸込側に冷媒の流路抵抗を高める高抵抗手段を備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれかに記載の空気調和装置。

【請求項 4】 永久磁石組込誘導電動機に電力を供給する 3 相電源と前記永久磁石組込誘導電動機間を接続する 3 相回路の各相に双方向性を有するスイッチング素子と、商用電源周波数の $1/(6n+1)$ (n は正の整数) で間欠的に前記スイッチング素子を導通させる制御手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の空気調和装置。

【請求項 5】 永久磁石組込誘導電動機に電力を供給する 3 相電源と前記永久磁石組込誘導電動機間を接続する 3 相回路の各相に双方向性を有するスイッチング素子と、前記 3 相回路の 2 相間に相順切換手段と、商用電源周波数の $1/(6n-1)$ (n は正の整数) で間欠的に上記スイッチング素子を導通させる制御手段とを備えたことを特徴とする前記請求項 1 から 3 のいずれかに記載の空気調和装置。

【請求項 6】 相順切換手段は、3 相回路の 2 相間に設けた双方向性を有するスイッチング素子を備えたことを特徴とする請求項 5 記載の空気調和装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、空気調和装置に関するものであり、特に圧縮機効率の改善と能力制御に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近時、同期電動機により駆動される圧縮機を備えた空気調和装置が使用されている。この同期電動機は回転子に永久磁石を用い、回転子の回転位置を検出し、その検出回転位置信号を用いて、同期電動機への印加電圧を制御することで駆動されている。例えば、特開昭 56-167878、実開昭 58-196562、特開昭 62-171447、8-47207 等にそれぞれ回転子に永久磁石を用いた同期電動機を冷凍サイクルの圧縮機の駆動に適用した事例が記述されている。この種同期電動機は従来から使用されている誘導電動機と比較して、回転子に 2 次導体がないため 2 次銅損が発生せずモータの効率が向上する。また、同期電動機にはすべりが無いため同期回転数までの運転が可能であり、効率

を向上させ、消費電力の低減等を実現した。ここで、同期電動機を使用した従来のガス冷媒圧縮式の空気調和装置を説明する。図 10 は従来のガス冷媒圧縮機式の空気調和装置の冷凍サイクルシステムを示すブロック図である。ここでは特に説明を簡素化するために冷房運転時の構成のみを示し、暖房運転時の冷媒配管の切換手段等は省略している。図 10 において、2 は凝縮器、3 は膨張弁等の絞り装置、4 は蒸発器、6 は冷媒配管、1 は圧縮機、5a は圧縮機 1 を駆動する同期電動機、10a はこれらの構成を備えた空気調和装置の冷凍サイクルシステムである。次に、この空気調和装置の冷凍サイクルシステムの動作を図 10 により説明する。冷房運転開始指令により、実線矢印で示すように冷媒が圧縮機 1 から凝縮器 2、膨張弁 3、蒸発器 4 を通って圧縮機 1 に還流する方向へ通流する。この種の空気調和装置において、圧縮機 1 の運転制御には同期電動機の回転子磁極位置を検出して回転子の回転と同期を取りながらインバータによる周波数制御を行っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の空気調和装置は、上記のような圧縮機 1 の駆動をしていたので、以下のような課題があった。上記圧縮機 1 の駆動用電動機の消費電力低減による効率の向上等を目的として従来の誘導電動機の代わりに回転子に永久磁石を用いた同期電動機 5a が採用されたが、空気調和装置の冷凍サイクルシステム 100a では、始動時の圧縮機 1 の仕事量が大きく、圧縮機 1 の駆動用電動機 5a には始動時に相当量のトルクを必要とされる。しかし、同期電動機 5a は原理的に同期回転時にしかトルクが得られず、始動制御が複雑であり、それゆえ、空気調和装置においても同期電動機 5a の採用は電動機の回転子の位置検出器が必要であり、位置検出器の信号と同期を取って制御可能なインバータに限られている。あるいは他の始動負荷軽減手段を併用する必要があった。また、圧縮機 1 を可変速制御する際には、インバータが一般的に用いられるが、インバータは高価であり、連続的な可変速制御を必要としない場合、過剰設備となる等の課題があった。この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、圧縮機 1 の始動が容易にでき、定常運転時には同期回転数で運転できるとともに、圧縮機 1 の駆動用電動機を間欠的に運転し、電動機の効率が向上する空気調和装置を提供するとともに、容易に定格運転より低下させて運転することができる空気調和装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】この発明に係わる空気調和装置は、圧縮機と凝縮器と絞り装置と蒸発器と冷媒配管で接続した冷凍サイクルを備えた空気調和装置において、圧縮機を駆動する始動時に誘導電動機として始動し、同期速度近くで同期引込みを行い同期運転を行う永

久磁石組込誘導電動機を備えたものである。

【0005】この発明に係わる空気調和装置は、請求項1記載の空気調和装置において、圧縮機の吐出側から吸込側に冷媒をバイパスするバイパス手段を備えたものである。

【0006】この発明に係わる空気調和装置は、請求項1または2に記載のいずれかの空気調和装置において、圧縮機の冷媒配管の吸込側に冷媒の流路抵抗を高める高抵抗手段を備えたものである。

【0007】この発明に係わる空気調和装置は、請求項1から3に記載のいずれかの空気調和装置において、永久磁石組込誘導電動機に電力を供給する3相電源と前記永久磁石組込誘導電動機間を接続する3相回路の各相に双方向性を有するスイッチング素子と、商用電源周波数の $1/(6n+1)$ (n は正の整数)で間欠的に前記スイッチング素子を導通させる制御手段とを備えたものである。

【0008】この発明に係わる空気調和装置は、請求項1から3に記載のいずれかの空気調和装置において、永久磁石組込誘導電動機に電力を供給する3相電源と前記永久磁石組込誘導電動機間を接続する3相回路の各相に双方向性を有するスイッチング素子と、前記3相回路の2相間に相順切換手段と、商用電源周波数の $1/(6n-1)$ (n は正の整数)で間欠的に上記スイッチング素子を導通させる制御手段とを備えたものである。

【0009】この発明に係わる空気調和装置は、請求項5に記載の空気調和装置において、相順切換手段は、3相回路の2相間に設けた双方向性を有するスイッチング素子を備えたものである。

【0010】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、この本発明の実施の形態を図について説明する。図1は空気調和装置の冷凍サイクルシステムを示すブロック図である。なお、図10と同一または相当部分は同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。図1において、1は圧縮機、2は凝縮器、3は膨張弁等の絞り装置、4は蒸発器、5は圧縮機1を駆動する永久磁石組込誘導電動機、6は冷媒配管、7aは吐出止弁、7は圧縮機1の冷媒配管の吸込側と吐出側間を所定の流路抵抗を介して冷媒をバイパスする第1の始動負荷軽減手段、8は圧縮機1の吸込側の冷媒配管の流路抵抗を所定の大きさにする第2の始動負荷軽減手段、100はこれらの構成要素を備えた空気調和装置の冷凍サイクルシステムである。図2は永久磁石組込誘導電動機5の回転子の側断面図である。図において、23は回転子コア、24は回転軸、25は回転子コア23の端部でエンドリングで短絡されかご型巻線を形成する2次導体、26は回転子コア23の内部に組込まれた永久磁石、101はこれら構成要素を備えた永久磁石組込誘導電動機の回転子である。また、図3は永久磁石組込誘導電動機5のトルク特性及び圧縮機の

負荷特性の説明図である。図において、縦軸と横軸はそれぞれ永久磁石組込誘導電動機5と圧縮機1のトルクおよび回転数を示し、図中のM1は永久磁石組込誘導電動機5の誘導電動機としてのトルク特性、M2は永久磁石誘導電動機5の同期電動機としてのトルク特性、Pは圧縮機1の負荷特性を示す。また、図4は空気調和装置の冷凍サイクルシステムの運転動作を示すフローチャート図である。図において、S1は始動運転過程の運転動作ステップ、S2は始動運転直後から同期回転数引込み運転過程の運転動作ステップ、またS3は定常運転過程の運転動作ステップをそれぞれ示す。

【0011】また、図1に示す空気調和装置の冷凍サイクルシステム100では、説明を簡単にするために、冷房運転時の構成のみを示し、暖房運転時の冷媒配管の切換手段等は省略している。

【0012】次に、実施の形態1の空気調和装置における圧縮機を駆動する永久磁石組込誘導電動機5の運転動作特性を図1、図2、図3と図4により説明する。図2において、回転子101は回転子コア23と図示されていない3相巻線を有する固定子と所定の空隙長を保持して対峙する構成をしている。以上の構成をした永久磁石組込誘導電動機5の作用を説明する。3相巻線を有する固定子に3相電源から電圧が印加されると、固定子の作る回転磁界により、始動時は2次導体25に流れる電流により誘導電動機として加速し、同期回転数付近で永久磁石26により同期引込トルクが発生し、同期回転数で運転する。従って、永久磁石組込誘導電動機5は始動時に誘導電動機として始動し、同期速度近くで同期引込みを行い同期電動機としての運転を行う。この種電動機としては、例えば、特開平4-168958、特開平9-168265等にも永久磁石を電動機の回転子に組込んで誘導電動機と同期電動機の双方の機能を備えた電動機の構造や原理的な特性自体は記述されている。しかし、空気調和装置の冷凍サイクルシステムにおいて圧縮機を駆動する手段としての特徴は記述されていない。ここで、本発明に係わる空気調和装置の冷凍サイクルシステムについて空気調和装置の運転順序に従って説明する。

【0013】図4に示す〔始動運転過程〕S1において、永久磁石誘導電動機5の誘導電動機としての始動トルクを圧縮機1の始動時負荷トルクより大きく選定しておく必要がある。図3において永久磁石組込誘導電動機5のすべり1の点に対応する圧縮機1の回転数が零になる負荷特性曲線PのA点で永久磁石誘導電動機5が始動運転に入る。圧縮機1の円滑な始動および永久磁石誘導電動機5の誘導電動機としての起動電流を低減するために、圧縮機1の始動時に負荷トルクが大きい場合、例えば圧縮機1の停止中の冷媒配管の吸入側と吐出側の圧力差が大きい、あるいは圧縮機1内に液冷媒が多く残っている等により始動トルクが大きくなっている場合、圧縮機1の負荷軽減を図り、永久磁石組込誘導電動機5の始

動を円滑にするため、図 1 に示す第 1 の始動負荷軽減手段 7 あるいは第 2 の始動負荷軽減手段 8 を適用することも効果的である。

【0014】ここで具体的に第 1 および第 2 の始動負荷軽減手段 7、8 の動作を説明する。第 1 の始動負荷軽減手段 7 の動作は、圧縮機 1 の定常運転及び停止時は流路抵抗を高くしてバイパスを全閉路とする。次に、始動時は圧縮機 1 の吐出側を吐出止弁 7 a にて閉路とし、第 1 の始動負荷軽減手段 7 を所定の流路抵抗を有するバイパス流路とすることで、圧縮機 1 の吐出側の高圧冷媒ガスが吸込側に戻るバイパス循環流路を形成するため、冷媒ガスを圧縮する作用がなく始動負荷が軽減される。これにより、始動時は圧縮機 1 の押し出す冷媒の全体としての流路抵抗が減少し、必要仕事量が小さくなり、始動トルクも小さくなる。一方、第 2 の始動負荷軽減手段 8 の動作は、吐出止弁 7 a を開路とし、圧縮機 1 を定常運転及び停止時は吸込み側の冷媒配管は流路抵抗を低くして全開路とする。次に、圧縮機 1 の始動時は流路抵抗を大きくして吸込み側を閉塞して全閉路もしくは所定の高抵抗回路を持った流路とする。これにより、始動時は圧縮機 1 の流入冷媒が少なく抑えられ、吸入側の冷媒圧力の低下も伴い、圧縮機 1 の必要仕事量が小さくなり、始動トルクも小さくなる。以上のように、始動負荷軽減手段 7 あるいは 8 を実施した圧縮機 1 の負荷トルク特性は、例えば図 3 において、 P_1 となり始動時の負荷トルクは A_1 に低減する。

【0015】図 4 に示す〔始動運転から同期回転数引込み運転過程〕S2 において、まず、永久磁石組込誘導電動機 5 の誘導電動機として加速中のトルク特性 M_1 が圧縮機 1 の負荷トルク特性 P との交点の同期回転数に近い運転状態の B 点までの全域にわたり圧縮機 1 の負荷トルク特性 P を上回るように適正に選定する。さらに、永久磁石組込誘導電動機 5 は運転状態 B 点の回転数 N_B から同期回転数 N_S に引込まれ、同期電動機としての特性に移行する。ここで、永久磁石組込誘導電動機 5 が円滑に同期回転数 N_S へ引込まれるためには、運転状態 B 点での回転数をできるだけ同期回転数 N_S に近い回転数で、すべり 5 % 以下にしておくことが望ましい。そのために永久磁石組込誘導電動機 5 の回転子 101 の 2 次導体 25 の抵抗を低減し、トルク特性 M_1 の B 点のすべりを小さくすれば良いが、回転子コア 23 に永久磁石 26 を組込むため回転子の 2 次導体 25 の断面積を大きくするには限度があり、2 次導体 25 の抵抗を所定値まで低減することが難しい。特に、小容量の永久磁石組込誘導電動機ではすべりを 5 % 以下にすることが困難な場合がある。そこで、圧縮機 1 の始動時負荷軽減手段 7 または 8 を適用して、圧縮機 1 の負荷特性を P_1 として、圧縮機 1 の負荷特性 P_1 と永久磁石組込誘導電動機 5 のトルク特性 M_1 との交点を同期回転数 N_S により近い回転数 N_{B1} が得られる B_1 点とし、この B_1 点の回転数 N_{B1} から負

荷特性 P_1 と永久磁石組込誘導電動機 5 の同期電動機としてのトルク特性 M_2 との交点 C_1 点へ同期引込みが行われ、永久磁石組込誘導電動機 5 のすべりを小さくすることで円滑に同期引込みを完了させる。

【0016】図 4 に示す〔定常運転過程〕ステップ S3 において、圧縮機 1 の負荷特性曲線 P と永久磁石組込誘導電動機 5 の同期電動機としてのトルク特性 M_2 の交点 C にて、定常運転されるために、永久磁石組込誘導電動機 5 の同期電動機としてのトルクが圧縮機 1 の負荷トルクを十分に上回る特性である必要がある。

【0017】また、図 4 には図示されていないが、図 1 の空気調和装置の冷凍サイクルシステムの運転状態の予期しない変化で、圧縮機 1 の負荷が急変し、永久磁石組込誘導電動機 5 が同期はずれを起こした場合でも、通常の同期電動機のように運転停止してしまうことなく、一旦、誘導電動機としてすべりを持って運転を継続しながら、再度同期運転に引込むことができる。

【0018】実施の形態 2、次に他の態様の空気調和装置を説明する。図 5 は空気調和装置の冷凍サイクルシステムと永久磁石組込誘導電動機 5 の制御回路を示すブロック図である。図において、1～8 は図 1 と同一である。9 は 3 相電源、10 は R 相に挿入された双方向性のスイッチング素子であるトライアック、11 は S 相に挿入されたトライアック、12 は T 相に挿入されたトライアックである。また、15 は圧縮機回転数の設定手段、17 は圧縮機回転数の制御演算手段、16 はトライアック 10～12 の駆動手段、13 は R-S 相間電圧検出手段、14 は電圧検出手段 13 の出力の 0 V 近傍を検知するゼロクロス検出手段、30R、30S と 30T は 3 相電源 9 に接続されたそれぞれ R、S と T 相の 3 相回路、31R、31S と 31T は永久磁石組込誘導電動機 5 に接続されたそれぞれ R、S と T 相の 3 相回路であり、R-S 相間電圧検出手段 13、ゼロクロス検出手段 14、設定手段 15、駆動手段 16、制御演算手段 17 によりトライアック 10、11、12 を制御する制御手段を構成する。また、図 6 は図 5 の圧縮機 1 を駆動する永久磁石組込誘導電動機 5 の制御回路の動作説明図である。図において、図 6 (a)、図 6 (b)、図 6 (c) はそれぞれ R-S 相、S-T 相および T-R 相の電源電圧変形、図 6 (d) は R-S 相間電圧のゼロクロス信号、図 6 (e)、図 6 (f) および図 6 (g) はトライアック 10、11 および 12 の駆動信号出力タイミングを示す。実施の形態 2 による空気調和装置は実施の形態 1 の空気調和装置とは、図 1 の空気調和装置の冷凍サイクルシステムを示す図は同一であるが、永久磁石組込誘導電動機 5 の制御回路を示すブロック図を追加したことが異なる。

【0019】次に、実施の形態 2 の空気調和装置の動作を説明する。圧縮機 1 の回転数を中間周波数で運転制御する動作について、図 5 と図 6 により説明する。まず、

圧縮機 1 の回転数制御において、圧縮機 1 を停止時は駆動手段 16 によりトライアック 10、11、12 は常時 OFF として 3 相電源 9 からの電力を永久磁石誘導電動機 5 に供給しない。また、圧縮機 1 を運転時は駆動手段 16 によりトライアック 10、11、12 は常時 ON として 3 相電源 9 から電力を永久磁石組込誘導電動機 5 に供給する。図 6 に示すように、R-S 相間電圧検出手段 13 で検出された電圧からゼロクロス検出手段 14 により電圧のゼロクロス信号を図 6 (d) のように商用電源周波数の半サイクル毎に制御演算手段 17 に出力される。次に、圧縮機 1 の回転数を中間周波数で運転制御する場合、例えば、設定手段 15 から商用電源周波数の $1/7$ の周波数による運転指令を制御演算手段 17 に出力すると、制御演算手段 17 ではゼロクロス信号の連続 7 個の列数を 1 組として、1 組ごとにトライアック 10、11、12 の駆動信号を出すタイミングを図 6 (e)、図 6 (f)、図 6 (g) のように決定する。トライアック 10、11、12 はこれら決定されたタイミングにより駆動手段 16 で駆動され開となり、その結果、図 6 (a)、図 6 (b)、図 6 (c) に示すようなハッチングした部分の電圧波形が永久磁石組込誘導電動機 5 の 3 相回路に印加される。前記ハッチングした部分の電圧波形は 120° ずつ位相がずれた基本波成分を有しており、図 6 (a)、図 6 (b)、図 6 (c) の破線は前記ハッチングした部分の電圧波形の成分のうちの基本波電圧波形を示し、これにより、商用電源周波数の $1/7$ の周波数の電圧を永久磁石組込誘導電動機 5 に印加することが可能となり、圧縮機 1 は商用電源周波数で運転する場合の $1/7$ の周波数で運転することができる。更に、同様の手段により、圧縮機 1 を商用電源周波数の $1/(6n+1)$ (n は正の整数) の周波数で 3 相電源 9 の電圧と同じ相回転で 120° 位相のずれた電圧を生成することにより低速運転することができる。このため、空気調和装置の運転状態を定格時から容易に低減することができる。なお、駆動手段 16 からのトライアック 10、11、12 へ駆動信号を出すタイミングとしては種々考えられるが、3 相電源 9 の電圧と同じ相回転で、位相が 120° ずつずれた電圧波形を生成するためには $1/(6n+1)$ (n は正の整数) の周波数でなければ図 6 のようなバランスのよい波形は得られない。

【0020】実施の形態 3. 次に他の態様の空気調和装置を説明する。図 7 は空気調和装置の冷凍サイクルシステムと永久磁石組込誘導電動機 5 の制御回路を示すブロック図である。図において、1 から 16 および 30R から 31T までは図 5 と同一であり、18 は R 相と S 相の相順を入れ換える相順切換手段、 a_1 と a_2 は R 相と S 相の相順を切り換えた場合の接点、 b_1 と b_2 は R 相と S 相の相順を切換えない場合の接点、19 は圧縮機回転数の制御演算手段であり、R-S 相間電圧検出手段 13、ゼロクロス検出手段 14、設定手段 15、駆動手段 16、

制御演算手段 19 によりトライアック 10、11、12 および相順切換手段 18 を制御する制御手段を構成する。また、図 8 は図 7 に対する他の態様の相順切換手段を用いたブロック図である。図において、20 は 30R と 31S 間に挿入したトライアック、21 は 30S と 31R 間に挿入したトライアック、22 はトライアック 20 および 21 の駆動手段である。図 9 は図 7 と図 8 の圧縮機を駆動する永久磁石組込誘導電動機 5 の制御回路の動作説明図である。図において、図 9 (a)、図 9

(b)、図 9 (c) はそれぞれ R-S 相、S-T 相および T-R 相の電源電圧波形、図 9 (d) は R-S 相間電圧のゼロクロス信号、図 9 (e)、図 9 (f) および図 9 (g) はそれぞれトライアック 10、11 と 12 またはトライアック 20、21 と 12 の組合せの駆動信号出力タイミングを示す。実施の形態 3 による空気調和装置は実施の形態 2 の空気調和装置とは、図 5 の永久磁石組込誘導電動機 5 の制御回路の構成に R 相と S 相の相順切換手段 18 およびトライアック 21、22 を追加したことが異なる。

【0021】次に、実施の形態 3 の空気調和装置における圧縮機 1 の回転数を中間周波数で運転制御する他の動作について説明する。まず、圧縮機 1 の回転数制御として、圧縮機 1 を停止時は駆動手段 16 によりトライアック 10、11、12 は常時 OFF として 3 相電源 9 からの電力を永久磁石組込誘導電動機 5 に供給しない。また、圧縮機 1 を運転時は駆動手段 16 によりトライアック 10、11、12 は常時 ON として 3 相電源 9 から電力を永久磁石組込誘導電動機 5 に供給する。図 7 と図 8 に示すように、R-S 相間電圧検出手段 13 で得られた電圧からゼロクロス検出手段 14 にて電圧のゼロクロス信号を図 9 (d) のように電源周波数の半サイクル毎に制御演算手段 19 に出力する。次に、圧縮機 1 の回転数を中間周波数で運転制御する場合、例えば、この中間周波数を商用電源周波数の $1/5$ の周波数を採りうるように商用電源周波数を間欠的に運転したとき、永久磁石組込誘導電動機 5 の回転磁界が商用電源周波数の場合に対して逆転するため、設定手段 15 から商用電源周波数の $1/5$ の周波数による運転指令が制御演算手段 19 に出力されると、制御演算手段 19 からの指令により図 7 において相順切換手段 18 を a_1 と a_2 側に接続する、あるいは図 8 において制御演算手段 19 からの指令により駆動手段 22 によりトライアック 10 の代わりにトライアック 20 を、トライアック 11 の代わりにトライアック 21 を ON に動作させ相順を切換える。制御手段 19 にてゼロクロス信号の連続 5 個の列数を 1 組として、1 組ごとにトライアック 10、11、12、20 と 21 の駆動信号を出すタイミングを図 9 (e)、図 9 (f) および図 9 (g) のように決定する。トライアック 10、11、12、20 と 21 はこれら決定されたタイミングにより駆動手段 16 および駆動手段 22 により駆動され

る。その結果、永久磁石組込誘導電動機5には図9

(a)、図9(b)、図9(c)に示すようなハッチングした部分の電圧波形が永久磁石組込誘導電動機5の3相回路に印加される。前記ハッチングした部分の電圧波形は 120° ずつ位相がずれた基本波成分を有しており、図9(a)、図9(b)、図9(c)の破線は前記ハッチングした部分の電圧波形の成分のうち基本波電圧波形を示す。この電圧波形の成分のうち基本波成分の相回転は3相電源9の電圧とは逆になっているので、相順切換手段18を適用することにより商用電源周波数の $1/5$ の周波数の電圧を商用電源周波数と同じ相回転で永久磁石組込誘導電動機5に印加することができ、永久磁石組込誘導電動機5の回転数は商用電源周波数の $1/5$ となる。更に、同様の手段により、圧縮機1を商用電源周波数の $1/(6n-1)$ (n は正の整数)の周波数で3相電源9の電圧とは逆の相回転で 120° 位相がずれた電圧を生成することができ、相順切換手段16を適用することにより、商用電源周波数と同じ相回転で運転することができる。このため、空気調和装置の運転状態を定格時から容易に低減することができる。なお、駆動手段16、22からトライアック10、11、12、20、21への駆動信号を出すタイミングとしては種々考えられるが、3相電源9の電圧と逆の相回転で 120° ずつ位相のずれた電圧波形を生成するためには、 $1/(6n-1)$ (n は正の整数)の周波数でないと図9のようなバランスのよい波形は得られない。

【0022】なお、電源周波数の $1/5$ の周波数となるように商用電源周波数を間欠運転した場合には、前記のように永久磁石組込誘導電動機5の回転磁界が商用電源周波数の場合に対して逆転するため、本実施の形態3では永久磁石組込誘導電動機5の回転方向を商用電源周波数での回転時と反転しないようにするために相順切換手段18やトライアック20、21を追加したが、レシプロ式の機械構造を持つ圧縮機などでは回転方向は正逆を問わず運転可能なので、切換時に一旦停止する等制御上の工夫を加えることにより、相順切換手段18、トライアック20、21を削除した形態で電源周波数の $1/5$ の周波数での圧縮機1の駆動を永久磁石組込誘導電動機5の運転で実現できる。

【0023】上記実施の形態2と3において、一般に、空気調和装置の冷凍サイクルの圧縮機の負荷は始動運転時には前記のように大きい、定常運転時には低下する。例えば、可変速制御空気調和装置の場合、圧縮機の負荷は定格値の20%程度での連続運転が多い。また、空気調和装置の損失の要素の一つとして圧縮機の始動時の損失が挙げられる。このことから、圧縮機1は図5、図7あるいは図8に示す永久磁石組込誘導電動機5の制御回路との組合せにより、図4に示した定常運転過程S3では、空気調和装置の運転状態を定格の20%程度に効率よく低下する手段として、前記の商用電源周波数の

$1/7$ とか $1/5$ の周波数の電圧を永久磁石組込誘導電動機5に連続的に印加することで、空気調和装置の運転状態の快適性および効率の改善が望める。

【0024】以上の実施形態1から3では、圧縮機1は1台の場合で説明したが、複数台を並列あるいは直列接続した場合でも、本発明は適用できる。また、複数台の内、1台をインバータ等で可変速度運転する場合にも本発明が適用できることは自明である。

【0025】

【発明の効果】以上のようにこの本発明によれば、圧縮機と凝縮器と絞り装置と蒸発器と冷媒配管で接続した冷凍サイクルを備えた空気調和装置において、圧縮機を駆動する始動時に誘導電動機として始動し、同期回転数近くで同期引込みを行い同期運転を行う永久磁石組込誘導電動機を備えたので、圧縮機の始動時には、誘導電動機としてのトルク特性が得られ、定常運転時には圧縮機の回転数をすべりのない同期回転数まで高くとることができ、誘導電動機としての2次銅損が発生しないため、永久磁石組込誘導電動機の効率が向上し、この結果、空気調和装置全体として、同期回転数での運転による冷媒押しのけ量の増大と永久磁石組込誘導電動機効率の向上により、高効率な運転ができる。また、永久磁石組込誘導電動機では、負荷の急変などで同期はずれを起こした場合も通常の同期電動機のように停止してしまうことなく、誘導電動機としてすべりを持って運転を継続しながら、再同期運転に引き込むことができる効果を奏する。

【0026】以上のようにこの本発明によれば、圧縮機の吐出側から吸込側に冷媒をバイパスするバイパス手段を備えたので、圧縮機を駆動する永久磁石組込誘導電動機の始動トルクの低減効果が得られ、永久磁石組込誘導電動機の回転子の誘導電動機の動作部分を小さく構成することができることにより、永久磁石組込誘導電動機的小型化、高効率化が可能となる効果を奏するとともに、同期引込み時にすべりの小さい運転状態を実現し、同期引込みを容易にする効果を奏する。

【0027】以上のようにこの本発明によれば、圧縮機の冷媒配管の吸込側に冷媒の流路抵抗を高める高抵抗手段を備えたので、圧縮機を駆動する永久磁石組込誘導電動機の始動トルクの低減効果が得られ、永久磁石組込誘導電動機の回転子の誘導電動機の動作部分を小さく構成することができることにより、永久磁石組込誘導電動機的小型化、高効率化が可能となる効果を奏するとともに、同期引込み時にすべりの小さい運転状態を実現し、同期引込みを容易にする効果を奏する。

【0028】以上のようにこの本発明によれば、永久磁石組込誘導電動機に電力を供給する3相電源と前記永久磁石組込誘導電動機間を接続する3相回路の各相に双方向性を有するスイッチング素子と、商用電源周波数の $1/(6n+1)$ (n は正の整数)で間欠的に前記スイッチング素子を導通させる制御手段とを備えたので、開閉

手段の制御タイミングを調整することにより、商用電源周波数の $1/(6n+1)$ (n は正の整数) の周波数の電圧を永久磁石組込誘導電動機に印加することができ、電動機回転数を商用電源周波数の $1/(6n+1)$ にでき、空気調和装置の運転状態を定格運転より低下させて運転することが容易となる効果を奏する。

【0029】 以上のようにこの本発明によれば、永久磁石組込誘導電動機に電力を供給する 3 相電源と前記永久磁石組込誘導電動機間を接続する 3 相回路の各相に双方向性を有するスイッチング素子と、前記 3 相回路の 2 相間に相順切換手段と、商用電源周波数の $1/(6n-1)$ (n は正の整数) で間欠的に上記スイッチング素子を導通させる制御手段とを備えたので、スイッチング素子の制御タイミングを調整することにより、商用電源周波数の $1/(6n-1)$ (n は正の整数) の周波数の電圧を商用電源周波数と同じ相回転で永久磁石組込誘導電動機に印加することができ、永久磁石組込誘導電動機の回転数を商用電源周波数の $1/(6n-1)$ (n は正の整数) にでき、空気調和装置の運転状態を定格運転より低下させて運転することが容易となる効果を奏する。

【0030】 以上のようにこの本発明によれば、相順切換手段は、3 相回路の 2 相間に設けた双方向性を有するスイッチング素子を備えたので、スイッチング素子の制御タイミングを調整することにより、商用電源周波数の $1/(6n-1)$ (n は正の整数) の周波数の電圧を商用電源周波数と同じ相回転で永久磁石組込誘導電動機に印加することができ、永久磁石組込誘導電動機の回転数を商用電源周波数の $1/(6n-1)$ (n は正の整数) にでき、空気調和装置の運転状態を定格運転より低下させて運転することが容易となる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1、2、3 における、空気調和装置の冷凍サイクルシステムを示すブロック図である。

【図 2】 この発明の実施の形態 1、2、3 における、永久磁石組込誘導電動機の回転子の側断面図である。

【図 3】 この発明の実施の形態 1、2、3 における、永久磁石組込誘導電動機のトルク特性及び圧縮機の負荷

トルク特性図である。

【図 4】 この発明の実施の形態 1、2、3 における、空気調和装置の冷凍サイクルシステムの運転フロー図である。

【図 5】 この発明の実施の形態 2 における、永久磁石組込誘導電動機の制御回路のブロック図である。

【図 6】 この発明の実施の形態 2 における、永久磁石組込誘導電動機の制御回路の動作説明図である。

【図 7】 この発明の実施の形態 3 における、永久磁石組込誘導電動機の制御回路のブロック図である。

【図 8】 この発明の実施の形態 3 における、永久磁石組込誘導電動機の他の制御回路のブロック図である。

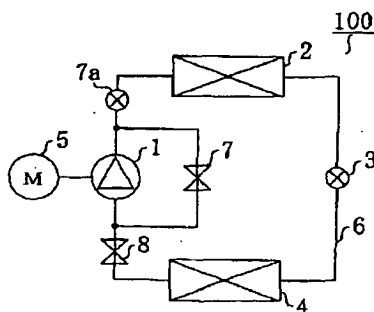
【図 9】 この発明の実施の形態 3 における、永久磁石組込誘導電動機の制御回路の動作説明図である。

【図 10】 従来の空気調和装置の冷凍サイクルシステムのブロック図である。

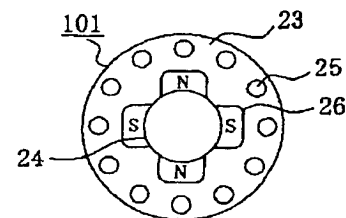
【符号の説明】

1 圧縮機、2 凝縮器、3 絞り手段、4 蒸発器、5 永久磁石組込誘導電動機、6 冷媒配管、7 バイパスする始動負荷軽減手段、7a 吐出止弁、8 冷媒配管の吸込側を閉塞あるいは所定の高抵抗とする始動負荷軽減手段、9 3 相電源、10 R 相用トライアック、11 S 相用トライアック、12 T 相用トライアック、13 R-S 相間電圧検出手段、14 ゼロクロス検出手段、15 設定手段、16 駆動手段、17 制御演算手段、18 相順切換手段、19 他の制御演算手段、20 電源 R 相と永久磁石組込誘導電動機の S 相間トライアック、21 電源 S 相と永久磁石組込誘導電動機の R 相間トライアック、22 トライアック 20 と 21 の駆動手段、23 回転子コア、24 回転軸、25 回転子 2 次導体、26 永久磁石、100 空気調和装置の冷凍サイクルシステムの構成、101 永久磁石組込誘導電動機の回転子、a1, a2 R と S 相の相順を切換えた場合の接点、b1, b2 R と S 相の相順を切換えない場合の接点、30R, 30S, 30T 3 相電源 9 のそれぞれ R, S, T 相の 3 相回路、31R, 31S, 31T 永久磁石組込誘導電動機 5 のそれぞれ R, S, T 相の 3 相回路。

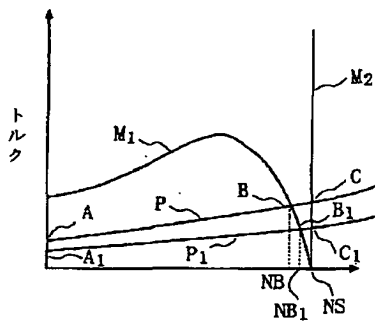
【図 1】



【図 2】



【図3】



【図4】

(1) 始動運転過程

永久磁石誘導電動機 5 を誘導電動機として始動
 <運転手段>
 永久磁石組込誘導電動機 5 の始動トルク > 圧縮機 1
 の始動負荷トルク
 圧縮機 1 の始動負荷軽減手段の適用

S1

(2) 始動運転直後から同期回転数引込み運転過程

永久磁石誘導電動機 5 を誘導電動機として運転
 <運転手段>
 ① 永久磁石誘導電動機 5 を誘導電動機としてトルク
 が加速中の全域で圧縮機 1 の負荷トルクを上回る。
 ② 同期回転数引込み直前のすべりが 5 % 以下になる
 ような回転子構成にする、あるいは圧縮機 1 の始
 動負荷軽減手段の適用。

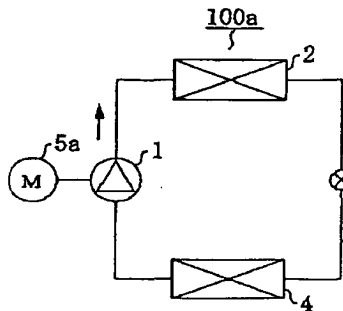
S2

(3) 定常運転過程

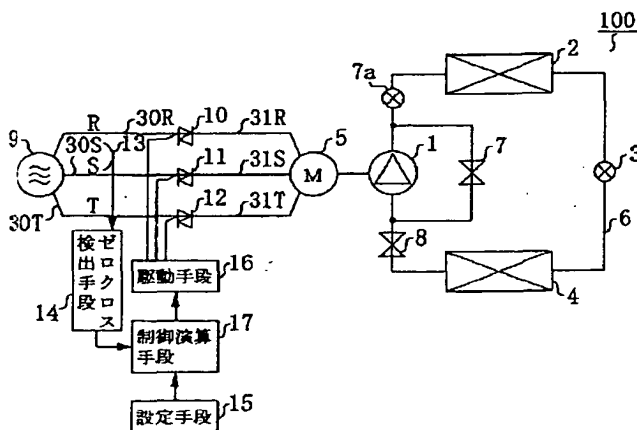
永久磁石誘導電動機 5 を同期電動機として運転
 <運転手段>
 同期電動機としてのトルク > 圧縮機 1 の負荷トルク

S3

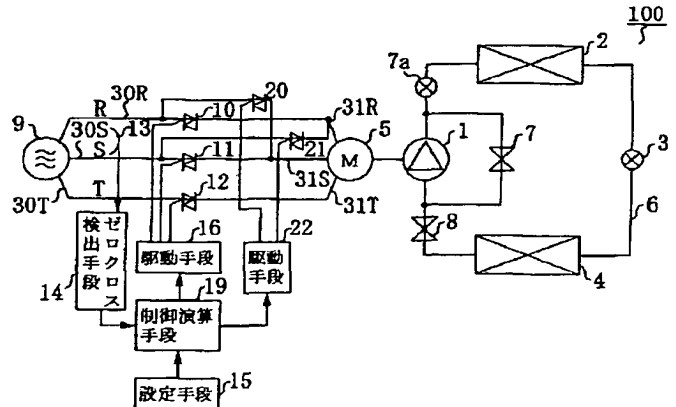
【図10】



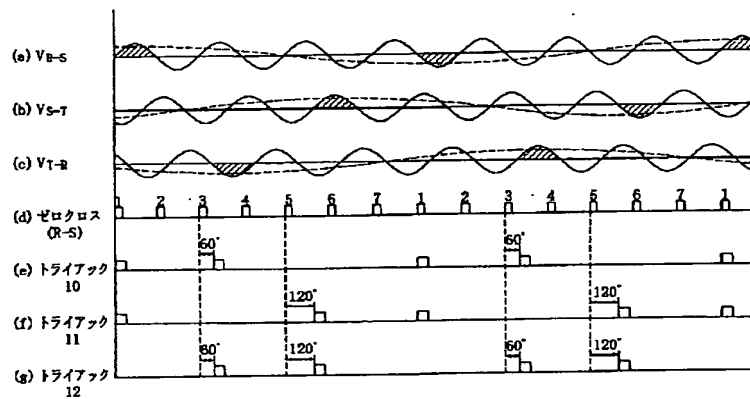
【図5】



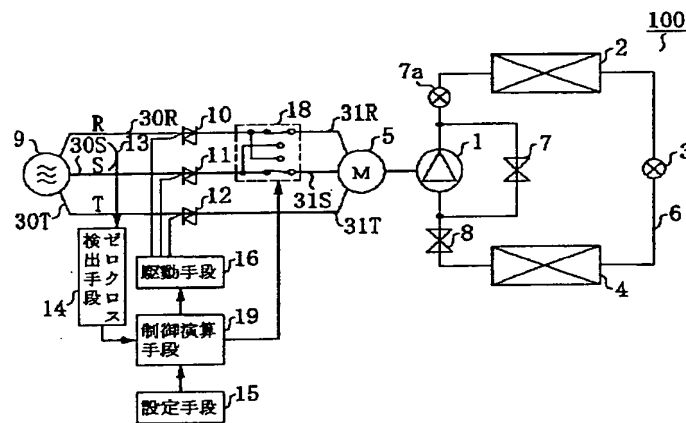
【図8】



【図6】



【図7】



【図9】

